

指導資料



鹿児島県総合教育センター

理科 第280号

— 高校，特別支援学校対象 —

平成22年10月発行

科学的な思考力を育成する化学実験の在り方

— マグネシウムの燃焼実験を通して —

OECD(経済協力開発機構)のPISA調査など各種の調査において，我が国の児童生徒の特徴として，

- ① 思考力・判断力・表現力等を問う読解力や記述式問題に課題がある。
- ② 科学への興味・関心，科学の楽しさについて肯定的に回答した割合が低い。
- ③ 観察・実験の結果やデータを基にして考察し，結論を導き出すことに課題がある。

などの指摘がある。このような指摘を踏まえて，新学習指導要領では，観察，実験などの結果を分析し解釈して自らの考えを導き出す学習活動を充実することが強調されている。

そこで本稿では，マグネシウムを用い，生徒の固定概念を覆すような実験に取り組ませることで，化学変化に対する興味・関心を喚起させ考えさせるため，科学的な思考力を育成する実験の在り方について述べる。

1 マグネシウムの性状

マグネシウムは，銀白色で金属光沢がある柔らかい金属である。中学校ではマグネシウムの燃焼実験を扱っており，燃

焼時にはとても明るい光を出すため，マグネシウムについては印象深く記憶する生徒は多いと考えられる。ただ，マグネシウムは酸化されやすく表面が黒くなるため，色は黒色であるという誤解が生じやすい。マグネシウムリボンを実験に用いるときに，紙やすりで磨いたり，うすい塩酸などに浸し，表面をうすく溶かしたりして，マグネシウムは銀白色であることを生徒に確認させておきたい。

2 「燃焼」の固定概念と校種別取扱い

(1) 「燃焼」の固定概念

生徒にとっては水や二酸化炭素は，「火を消すもの」という固定概念があり，これらの中では「物質は燃えない」という考えをもっている者も多い。ところが，マグネシウムは，水や二酸化炭素の中でも燃焼するため，生徒の固定概念を覆すことになる。

(2) 「燃焼」の校種別取扱い

生徒は，固定概念を覆す新たな事象に出会い，その理由を考えると，日常の体験や既習内容を活用して思考する。

そこで、「燃焼」についての学習内容を校種別に確認しておく。

小学校第6学年では、物体が燃えるときには、空気に含まれる酸素の一部が使われ、二酸化炭素が生成されることや、酸素には物を燃やす働きがあることなどを学んでいる。

中学校では、物質が酸素と化合することを「酸化」といい、「酸化」の中で光エネルギーや熱エネルギーを出しながら酸素と化合することを、特に「燃焼」として学んでいる。「酸化と還元」が酸素の関係する反応であることを理解させ、小学校から中学校にかけて「燃焼」から「酸化と還元」という概念へ発展させている。

高等学校では、「酸化と還元」を物質と酸素との反応だけで説明するのではなく、物質が水素原子や電子を授受することによっても説明できることを学ぶ。また、最終的には「酸化と還元」が漂白剤、電池、金属の製錬など日常生活や社会と深くかかわっていることを理解させることがねらいとなっている。

3 固定概念を覆すマグネシウムの燃焼

知的好奇心や探究心を高めさせるために、生徒の固定概念を覆す事象に出会わせる場を設定することが大事である。この時「なぜだろう」と疑問に思い、その理由を考えさせることは、科学的な思考力を育成する上で極めて有効である。そこで、通常、物体が燃焼しないと考えられる環境で燃焼する「マグネシウムの燃焼」

について実験を通して問題点を見だし、それを解決しようと思わせ、生徒同士で意見交換をさせたい。

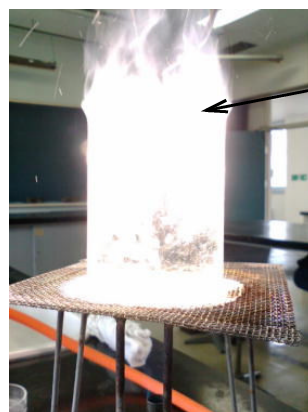
4 マグネシウムの燃焼実験と思考力の育成

(1) 水中におけるマグネシウムの燃焼実験 ア 方法

- (ア) ビーカーに純水100mLをとり、沸騰させる。
- (イ) 約5cmの長さのマグネシウムリボンに火をつけ、すばやく沸騰水中に入れる。
- (ウ) (イ)の沸騰水を加熱していたガスバーナーの火を止め、ビーカー内に、フェノールフタレインを2～3滴加える。

イ 結果

沸騰水中で、マグネシウムリボンは激しく燃焼した。また、沸騰していた溶液中にフェノールフタレインを加えると赤く変化したことより、燃焼後の溶液は、アルカリ性になったことが分かる。



瞬間的に大きな炎が上がる

写真1
沸騰水中での燃焼

ウ 留意点

- (ア) 空気中で燃焼させるよりも炎が大きく出るので、生徒には顔を近

づけ過ぎないようにさせる。

- (イ) マグネシウムリボン是非常に明るい光を出して燃焼するので、長い時間凝視しないようにさせる。

エ 思考力を育成する視点

この実験は、沸騰水中でマグネシウムリボンが燃焼することがポイントなので、常温の水中のマグネシウムリボンの燃焼との対照実験も実施する。常温の水中では、燃焼しているマグネシウムリボンを入れた瞬間に火は消えることから、沸騰水中での燃焼と比較することで思考が活性化される。すなわち、温度の違いによる水の状態変化の違いが燃焼することと関連があることに気付くようにする。

次に示してある【思考のポイント】を教師は頭の中に置きながら、酸素のない水中でマグネシウムリボンはどのようにして燃焼したのか生徒自ら問題点を見いださせ、様々な問題点に対し様々な意見を発表させたい。

【思考のポイント】

- ① 常温の水中では燃焼しないが、沸騰水中では燃焼するのはなぜか。
- ② 空気中で燃焼させるよりも沸騰水中で激しく燃焼するのは、なぜか。
- ③ 燃焼後の溶液中にフェノールフタレインを入れると赤くなるのは、なぜか。

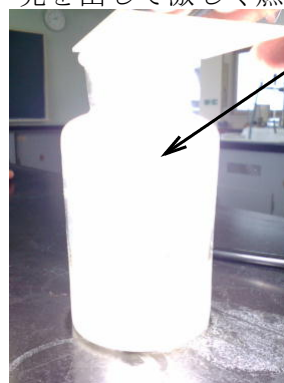
- (2) 二酸化炭素中におけるマグネシウムの燃焼実験

ア 方法

- (ア) 集気ビンに炭酸カルシウムを薬さじ(大) 1 杯(約 2 g)取る。これに 10%塩酸を約10mL加え、二酸化炭素を発生させてガラス板で蓋をする。
- (イ) 火のついたろうそくを集気ビンの中に入れ、火がすぐに消えることにより、二酸化炭素が充満していることを確認する。
- (ウ) マグネシウムリボンに火をつけ、すばやく集気ビンの中に入れる。

イ 結果

二酸化炭素の充満した集気ビンの中でもマグネシウムリボンは明るい光を出して激しく燃焼した。



集気ビンの中
全体が燃えて
いるように
見える

写真2
二酸化炭素中での燃焼

ウ 留意点

- (ア) 集気ビンの中で二酸化炭素を発生させるとき、始めからガラス板で蓋をするのではなく、しばらく二酸化炭素を発生させ、集気ビンの中に入っている空気を押し出してから、蓋をする。
- (イ) 火のついているマグネシウムリボンを集気ビンの中に入れるとき、蓋にしているガラス板を少しあけ、空気が入ったという誤解が生じないようにする。

エ 思考力を育成する視点

燃焼後の集気ビン中の様子を観察させ、白い物質と黒い物質に注目させる。実際に集気ビン中の黒い物質をさわらせ、「炭のようである」というような実感をもたせたい。また、中学校での学習を想起させ、白い物質が酸化マグネシウムであることを予想させる。そうすることで、集気ビンの中で、どのような化学変化が起こったのかを考察させやすくなる。このような授業の中で、白い物質や黒い物質を化学式で表し、変化の様子を化学反応式から考察させることは、化学反応における物質の変化を理解する上で重要である。

【化学反応式を活用した思考過程】

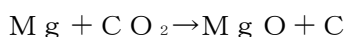
燃焼させた集気ビン中の白い物質と黒い物質に注目させる。

- ① まず、マグネシウムが燃焼したときの生成物（白い物質）がMgOであることを思い出させる。

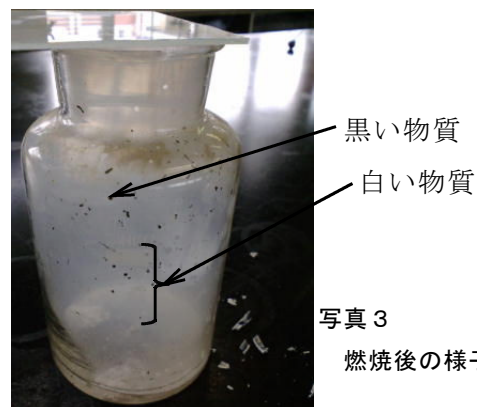
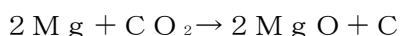


ここで、酸素原子はCO₂しかもっていないのだから、MgはCO₂を還元したことになる。(MgはCO₂から酸素原子を奪った。)

- ② 次に、還元されたCO₂は、C（炭素）が残る。すなわち、これが黒い物質ではないかと考えさせる。



- ③ 最後に、係数を考えさせて、化学反応式を完成させる。



二酸化炭素中でのマグネシウムの燃焼は、二酸化炭素分子内の酸素原子を奪って燃焼または酸化したのではないかと生徒たちに考察させたい。すなわち、燃焼もしくは酸化は、酸素という気体そのものと化合するだけでなく、化合物中の酸素原子とも化合が起きることを理解させたい。また、高等学校で新たに学ぶ電子の授受から「酸化と還元」を判断する点においても、③の化学反応式中のMgからMgOへの変化において、Mgは電子を2個放出していることから酸化したことを認識させたい。

科学的な思考力を育成するために、観察、実験を積極的に実施していくことは、探究的な学習活動を充実させる上で大切なことである。そこで、観察、実験において教師が発問を工夫したり、生徒の思考のポイントを明確にしたりするとともに、生徒が、得られたデータをじっくり考え、グループで協議した後、自らの考えをまとめる時間を確保することが求められる。

(教科教育研修課)